

**普通本科毕业设计（论文）开题报告**

|  |  |
| --- | --- |
| 课题名称 | 基于物联网的小拱棚种植环境监控系统 |

|  |  |
| --- | --- |
| 学院 | 自动化学院 |
| 专业 | 机器人 |
| 班级 | 191 |
| 学号 | 201900318005 |
| 姓名 | 庞文祥 |
| 指导教师 | 高远 |

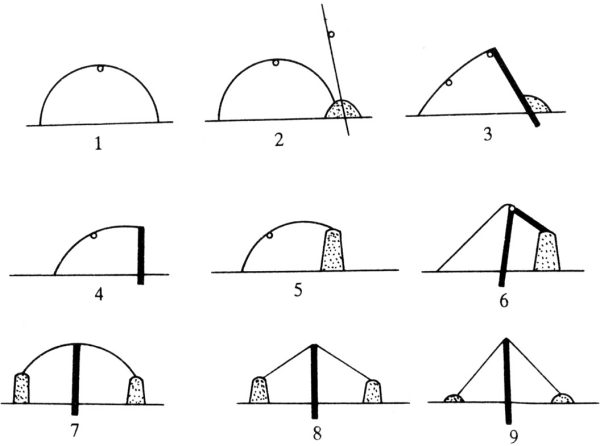
2023年03月2日

**一、毕业设计（论文）选题的目的和意义**

广西是农业大区，面向南海，毗邻粤港澳，既是与东盟接壤的海上通道，也是西部陆海的出海口，具有明显的开放性区位优势。地处亚热带季风性气候区，除了少数对气候和热量有着特殊要求的农产品外，多数农产品都能在广西“安家落户”。以种植业为例，水果、茶叶、油料等作物都在广西有较好的发展前景。

拥有得天独厚条件的广西，现有耕地面积262.52万hm2，农业实力却并不突出，甚至较为落后[1]。主要原因在于，地形多为山川丘陵，难以移植北方先进的大型自动化温室，且近年来，在全球气候变暖的背景下，广西旱涝灾害频发，使得农业生产遭受重大损失[2]。 因此，因地制宜的发展适合广西地形的温室系统，对广西甚至我国的农业发展有着重要意义。

小拱棚温室非常契合山地丘陵的种植环境。拱棚一般高1米左右、宽1.5～3米、长10～15米，或依地块设置长与宽，单棚的面积约为15～45平方米。骨架上覆盖单幅或双幅薄膜。如图1：

[](https://iknow-pic.cdn.bcebos.com/d058ccbf6c81800a9eb2abe6bc3533fa838b4786)

图表1 常见的小拱棚结构

小拱棚能为植株提供了一个相对独立的生长环境，并且可以通过人工管理调控拱棚内的温湿度，对控制作物生长、提高作物品质有显著作用[3]。且可依地搭建，对地形几乎没有要求。小拱棚构造通常情况下可以选用0.6-0.08mm的农用膜，利用4m长的竹片进行固定，竹片深埋入土可以有效的对植物进行固定和包裹，这样的塑料小拱棚，不仅不需要巨大的经济投入，还可以重复利用，具有极高的经济价值[4]。此外，小拱棚同样可以做到和大棚一样的多种多收高效种植模式，不仅能够实现土地的高效利用，还能通过合理轮作减少病虫害的发生[5]。综上所述，小拱棚非常契合广西的种植环境。

近年来，小拱棚种植逐渐称为广西农业种植的主流。为了提高作物的品质，大农户采用的拱棚中，安装了较多监控和管理的设施设备，如外遮阳帘、侧窗、通风机、暖风机、浇灌电磁阀、摄像头等，大量的电气设备虽然牺牲了小拱棚的简易特点，但较大提高能了农业生产产能。但是，在大部分的拱棚温室中，电气设备依旧是使用传统的人工操作，环境调控依据农户经验，不仅给生产带来严重不便，劳作的人力投入并没有明显的减少，也不能准确把握草莓生长环境[6]。

如今，随着物联网的高速兴起，温室建设已经全面向远程化管理发展。通过将监控系统接入公网，使得用户可以足不出户，就能实时查看温室环境，并做出调控。物联网温室真正使得环境监控进入了智能化时代，使得投入农业种植的人力大大降低，极大的推进了我国的农业发展，完成了传统农业向现代化，规模化的转变。

聚焦国内，我国在智能温室方面的发展围绕MCU开展。2015年，已有基于STM32的智能温室大棚系统设计，许鹏等人设计的智能温室大棚采用STM32+STC89C55的联合控制，采用串口通讯实现远程温室环境控制[7]。2016年，我国已经出现基于Zigbee的草莓栽培温室大棚系统，该系统采用分布式节点设计，主控芯片为CC2630，在服务器上使用C#Winsock完成网关节点传输的数据解析、处理、存储和分析[8]。2018年，徐镇华等基于CAN与GPRS的温室大棚监控系统设计，使用Access软件建立了数据库，该设计旨在以CAN总线网络进行多点采集，利用GPRS网络进行远程传送数据，以减少采用单一GPRS网络进行网络传输，面对多节点成本上升的问题[9]。2020年，潘奥等人设计的基于STM32的温室大棚控制系统，没有采用分布式节点设计，但利用更为流行的ESP8266WIFI模块进行远程无线传输，WIFI模块经过路由器连接上位机，进行下位机和服务器之间的数据透传[10]。

物联网技术发展至今，我国的智能化温室的功能花样繁多，各类技术百花齐放。基于Arduino的温室大棚甚至还有指纹识别的功能设计，并采用太阳能发电储电[11]；结合AGCP协议与物联网体系结构的温室检测系统，能够实时分析数据并整理，还提供灾害预测服务[12]；采用MQTT服务器在OSI应用层进行服务对接的智能温室通过报文机制与用户端精准交互[13]。

浅谈国外，近年的物联网温室技术也发展迅速，2021年，国外已有基于物联网的智能温室并附带植物疾病监测预防与深度学习的系统出现，该系统raspberrypi控制，其主控芯片为主频更高，性能更强的MPU cortex-A53[14]。2022年，基于NodeMCU的智能温室搭配了移动终端的应用程序，能够实时观测温室中的数据变化曲线[15]。

但是，迅猛发展的温室大棚技术并不能很好的移植到小型的拱棚上。一是由于拱棚自身的结构简单小巧，很难添加大量的控制设施；二是小拱棚如果采用了复杂的监控设计，成本上升较大，得不偿失。然而，实现更高度的自动化，更高的智能化的物联网温室已成为全球农业发展的主要趋势，广西的小拱棚的自动化及智能化程度必须得到提高以顺应时代的发展。因此，针对广西常见的拱棚种植方式，设计一套以STM32为主控核心，WIFI模块辅助联网的环境监控系统，以实现拱棚的基本种植环境数据可视化，控制自动化，管理远程化 ，提高作物品质的同时，减少人力劳动，在拱棚节点的设计上，尽可能保留拱棚轻巧简单的特点，将成本降低。

本课题以单个拱棚节点环境作为监控对象，单节点最大监控范围为40m3，云端服务器交互节点数最大127，最大理论控制范围可达5000m3的拱棚种植环境作为研究对象，研制可自动化，信息化，远程的一套基于物联网的小拱棚环境种植监控系统，具有较好的理论方法指导和现实应用意义。

**二、设计或研究主要内容和重点，预期达到的目标及拟解决的主要问题和技术关键，有何创新之处**

**设计目标：**

以广西草莓种植管理为例，针对其种植的基本三要素，光照，温度，土壤湿度，为系统设计合理的传感器模块，通过LCD屏实现上述基本种植参数的可视化；通过风机，水泵，补光灯等机器，为系统设计合理的调用程序，实现环境调节自动化；利用WIFI模块，将种植环境监控系统接入云端，用户通过PC即可监控拱棚环境，实现管理远程化。

**主要内容：**

1. 从物联网的角度设计小拱棚环境种植监控系统得总体设计方案

2. 设计检测拱棚（感知层节点）温度、土壤湿度、光照强度等环境参数的传感检测接口电路，设计水泵、风机、补光灯等电气设备的控制接口电路，以及电源、显示屏数据接口、通信数据接口等电路。

3. 研究制定的无线网络通信方案，实现拱棚-云端-用户终端间的检测数据上传与控制指令下发。

4. 开展系统软件设计，包括系统主程序和各功能模块子程序的流程设计和编程；设置通信协议，搭建云服务器，实现用户远程监控拱棚环境；

5. 制作系统模型，开展实验与测试。

**关键问题：**

1. 感知层方面，应选择合适的传感器模块，并且传感器模块采集到的数据应准确。同时，依据传感器模块的通信方式，以及其他硬件的引脚需求，合理的规划主控芯片的引脚分配。

2. 网络层方面，运行在云端的应用程序应该考虑到因网络波动造成的各种突发状况，保证程序运行的稳定性，且能迅速响应节点的请求；

3. 应用层方面，UI组件的设计应该有强关联性，在某个组件没有完成功能之前，其关联组件不可操作，防止因误触而发送错误的控制信息或打断正在进行的数据交接过程。整个UI程序界面应该简洁，明了，易上手；

**创新点：**

1. 整个控制系统以物联网三层架构为基础搭建，针对广西常见的小拱棚——矮型拱棚和高架小棚。
2. 系统并不限制具体的种植作物，具体控制的参数大小可以自由修改，非常契合广西的轮作和套种种植方式。

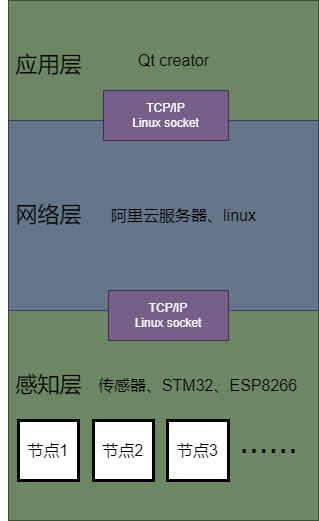
**三、研究方案**

**3.1、总体方案设计**

本课题所提出的基于物联网的小拱棚种植环境监控系统，能够对多个拱棚环境进行自动检测及调节，并能将信息，通过公网实时传输到用户的PC上位机程序中，同时，用户可以使用该程序获取监控系统的控制权，远程操作拱棚设备。

其整体工作过程为，拱棚节点上电后初始化自身各个硬件，并通过WIFI模块连接入到云端，将监测数据发送到云端，云端负责将来自拱棚节点的数据转发到上位机。上位机同样连接到公网，接收来自云端的信息，或者向云端发送信息，由云端转发信息到指定的拱棚节点。每个节点均有自动控制和远程控制两种模式，互不干扰。

本课题总体依据物联网三层结构搭建，设计框图与相关工具如下图所示：



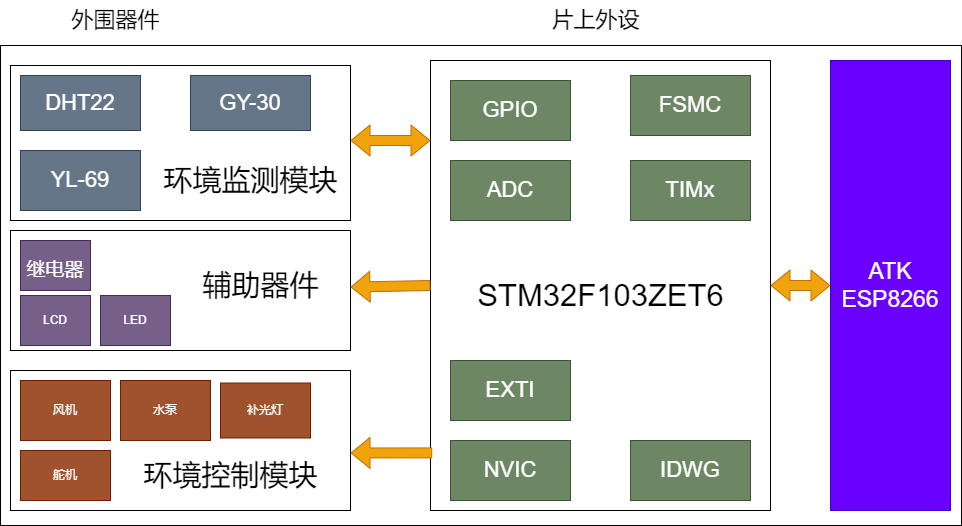
图表2 基于物联网的小拱棚种植环境监控系统

**3.1.1、感知层设计**

感知层是物联网系统获取数据的基础，该部分使用STM32ZET6作为主控芯片，操控传感器、辅助器件以及电气设备，通过ESP8266使用WIFI连接公网服务器。

其中DHT22温度传感器、GY-30光照强度传感器、YL-69土壤湿度传感器组成环境监测模块；LCD、LED、继电器组成辅助器件；补光灯，水泵，风机，舵机组成环境控制模块。

每个节点组成相同，单个节点设计如下图3：

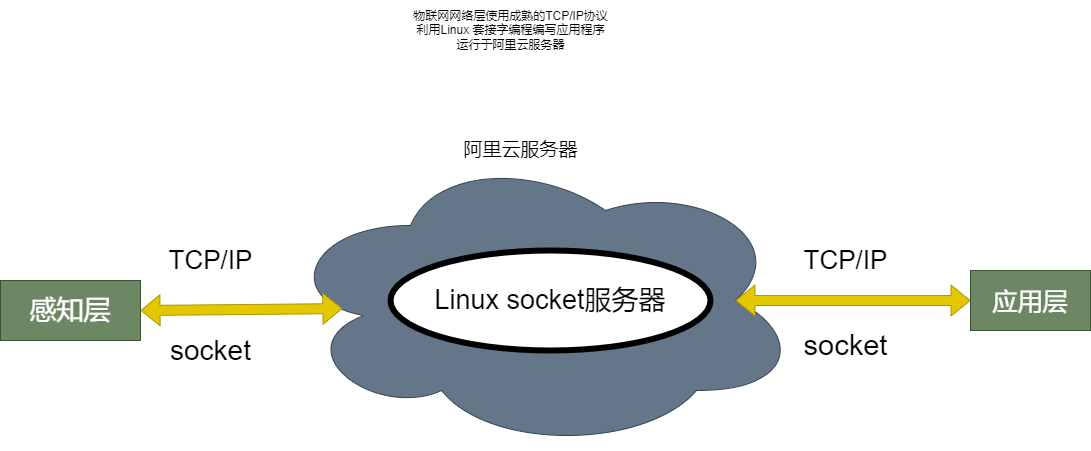
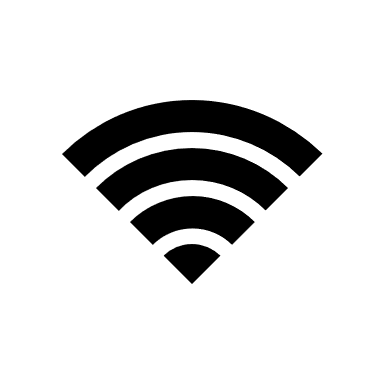
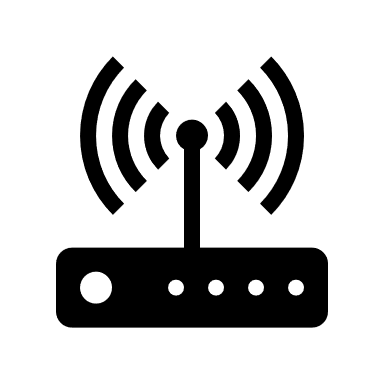


图表3 单个节点设计

**3.1.2、网络层设计**

网络层使用阿里云服务器，预装Linux系统，使用socket套接字C语言编程，搭建TCP/IP服务器应用程序。

Socket本身搭配成熟的TCP与IPv4封装，解包方案，无需再设计复杂的数据帧格式，服务器通过Linux文件IO对对等套接字读写几个完成数据收发。



图表4 云端设计方案结构图

**3.1.3、应用层设计**

应用层采用Qt creator设计用户端程序，处理来自云端转发的数据，并能通过云端服务器转发控制感知层的信息。Qt creator提供了Qt TCP C++库，能够和云服务器上的Linux socket套接字完美接合。

其应用界面设计如下：



图表5 上位机软件界面

**3.2 感知层硬件设计**

**3.2.1 硬件选型**

**①、传感器模块选型**

环境监测模块采用DHT22、GY-30、YL-69三款市面上常见，且价格实惠，性能优良的传感器模块。分别测量拱棚节点的温度，光照强度，土壤湿度。

传感器模块的选择以价格实惠，性能优良的高性价比为标准，具体见下文：

**DHT22:**

该款传感器模块以直接数字量输出，精度±0.5℃，采用单总线传输，可测温度范围为-40℃至125℃。与另一款进口的SHT1x温度传感器模块，它的操作简单，价格更低，在温度上的准确性不相上下，且货源充足，可在多个平台购买本身是成熟的模块，不需要在进行传感器标定，性价比高。

**GY-30:**

GY-30模块是一款基于IIC通信的16bit的数字型传感器。模块主要是以BH1750数字型光强感应芯片为核心及一些外围驱动电路，作为市面上最常见的光照传感器模块，其光照强度测量达16位分辨率，测量范围0~65535lx，并且不区分环境光源，由接近于视觉灵敏读的分光特性。

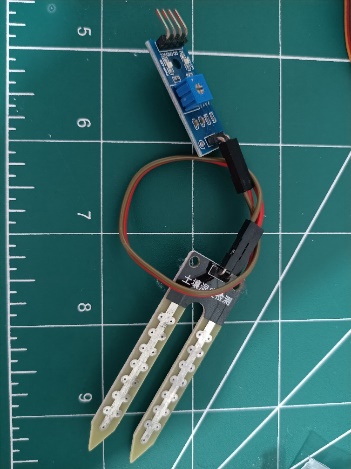
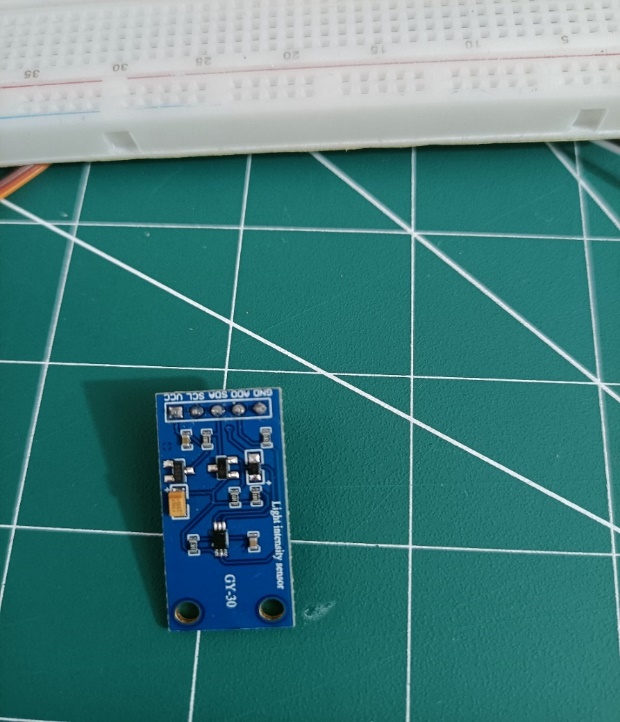
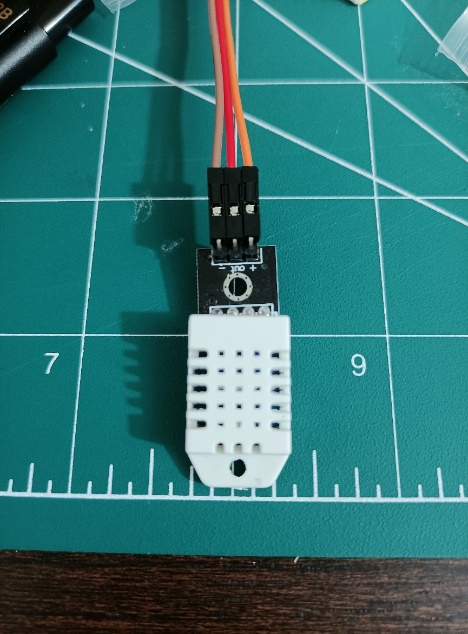
相比于其他的光照强度传感器，该款传感器模块以直接数字量输出，监测操作简单，测量范围和精度足够，模块反应迅速，各大电商平台均有销售，价格便宜，本身是成熟的模块，不需要进行传感器标定，性价比高。

**YL-69:**

土壤湿度传感器为模拟量输出，模块原理为湿敏电容，响应速度快，滞后量小，小型化。

相较于市面上的湿度传感器，随测量精度不高但足够，且价格十分低廉，本身是成熟的模块，不需要在进行传感器标定，性价比高。

三款传感器实物图如下图标7：



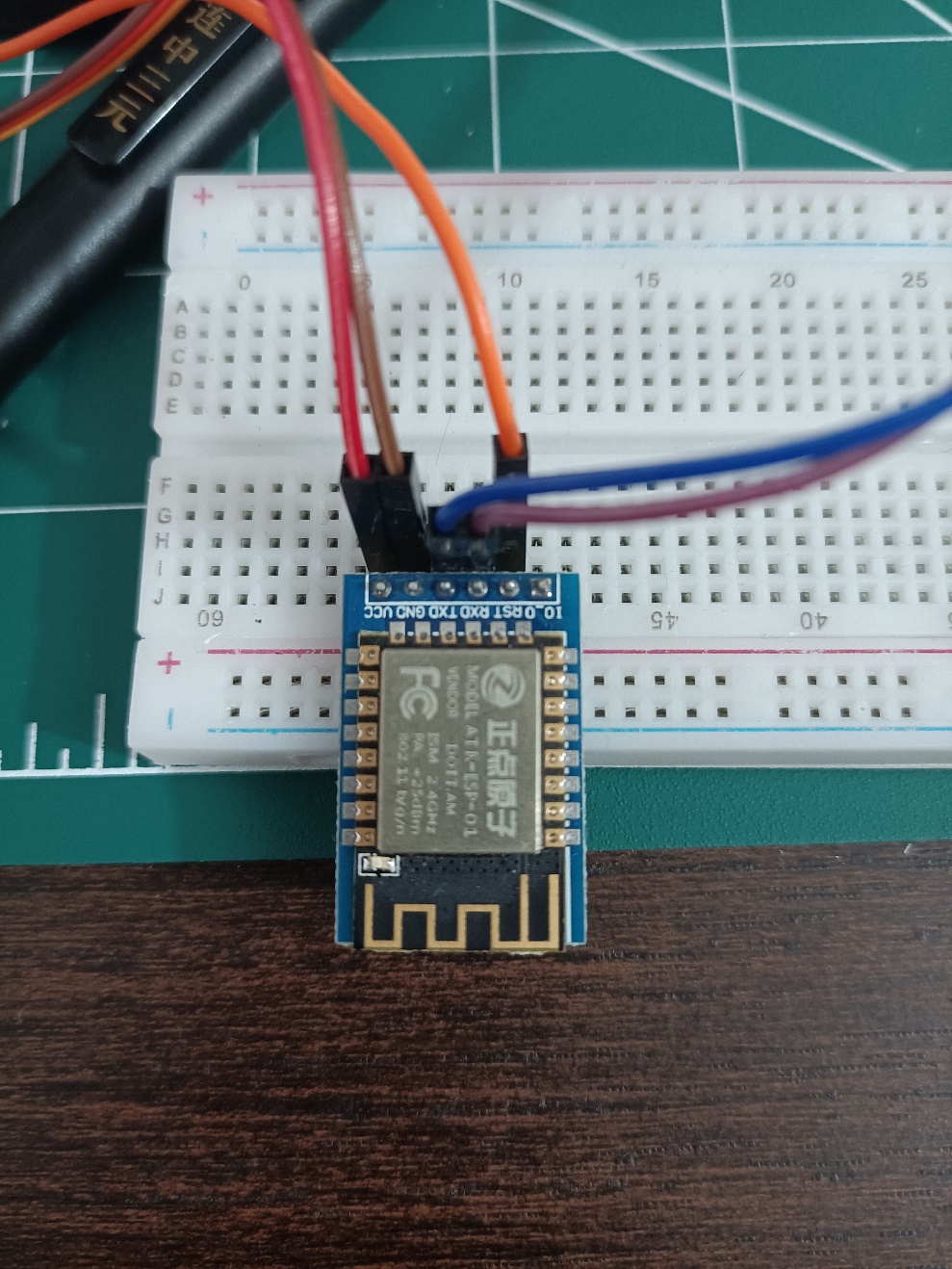
图表7 DHT22、GY-30、YL-69实物图

图表6 上位机软件界面

**②、WIFI模块**

WIFI模块使用ATK-ESP8266，该款模块有的工作温度范围和DHT22工作范围完美契合，本身以高度集成化天线开关、射频balun、功率放大器、电源管理模块等、并内置完整的TCP/IP协议，支持WIFI协议栈，功耗低，专为物联网应用而设计，并且价格实惠。

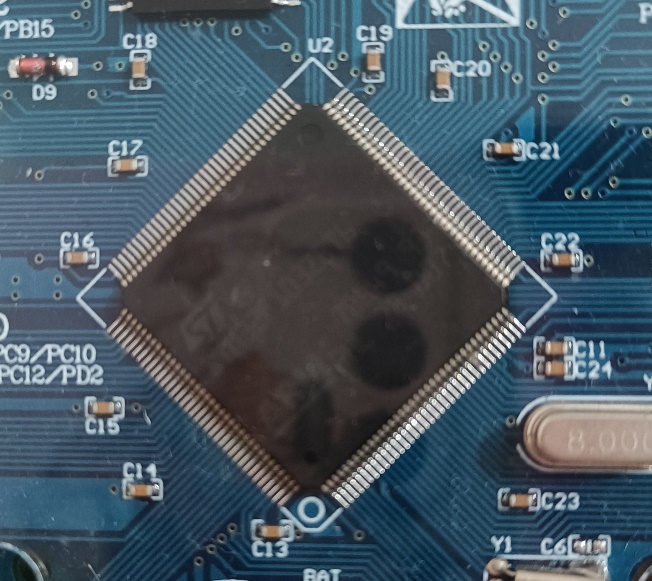
与4G、5G、蓝牙通信方案相比，WIFI在价格上比5G要实惠得多，在传输距离上要比蓝牙更远，价格又和蓝牙相近，传输速度高于一般4G通信。拱棚设计没有位置移动的需求，WIFI模块作为物联网通信模块是最优选。



图表7 ATK-ESP8266实物图

**③、主控芯片**

主控芯片选择STM32F103ZET6，该芯片有多达144个引脚，满足多传感器与大量外设器件的需求；内置ADC，无需为YL-69配置ADC电路，集成FSMC，更好的操作LCD；3个串口资源，满足调试和驱动ESP8266的需求；内置多个定时器资源，并搭配可编程中断；IWDG，WWDG，防止系统跑飞。在多款芯片价格都在上升的今天，该块芯片的价格依旧实惠，并且资源丰富，拥有更高的拓展性，性价比较高。



图表8主控芯片实物图

**3.2 网络层软件设计**

**3.2.1、存在问题**

由于采用多节点设计，编写服务器程序时，需要考虑以下因素：

1、节点进入云端的时间是随机的，任何时候都由增删节点的可能；

2、非拱棚/用户节点的IP也有能力接入服务器，服务器需要对接入的IP做出识别，因此，需要一个唯一的标识号标识节点和用户；

3、室外网络环境并非稳定，节点接入服务器后还会有掉线的可能；

4、大量数据进入服务器，需要对数据解析管理；

**3.2.2、解决办法**

①、解决非节点或用户的非法IP接入与数据解析管理办法：

首先，规定发送数据的格式能够很好的解决接入IP是否合法的问题。依据数据精度，温度需要8个bit，光照需要16个bit，土壤湿度8个bit，因此单个数据帧需要32个bit存储拱棚数据，再添加8个bit用作拱棚/用户标识，其中用户标识固定为0xff。如果是来自用户的控制信息，则另外解析。整个数据帧封装见图表9、10：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 8bit | 8bit | 16bit | 8bit |
| 标识号 | 温度数据 | 光照数据 | 湿度数据 |

图表9 环境数据数据帧格式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 8bit | 8bit | 24bit |
| 0xff | 目标节点 | 控制信息 |

图表10 控制信息数据帧格式

②、解决节点接入，掉线，发送数据时刻不统一的方法：

考虑socket编程的各个API性质，服务器的建立有两种方案可选：

方案一、单进程轮询方式：

该方式的工作过程为，当程序在阿里云服务器上运行后，将申请系统资源并建立TCP服务器，使用accept函数等待来自用户，或者节点的链接。此方案中，accept函数设置为不堵塞状态，即当服务器没有接收到任何IP也不等待，直接进入用户数据轮询，如果检测到有用户发来数据，进入数据接收，接收完毕后继续判断下一个用户。

该种方式系统开销相对较小，但存在一定的问题，当同时有节点掉线或节点接入时，如果此时正在轮询中，那么掉线的节点不能得到实时的处理，接入的节点也要等到轮询结束才能进入系统。如果此时掉线的节点打算重连，而轮询还没有处理到它掉线的情况，那么，函数的逻辑处理将变得复杂。

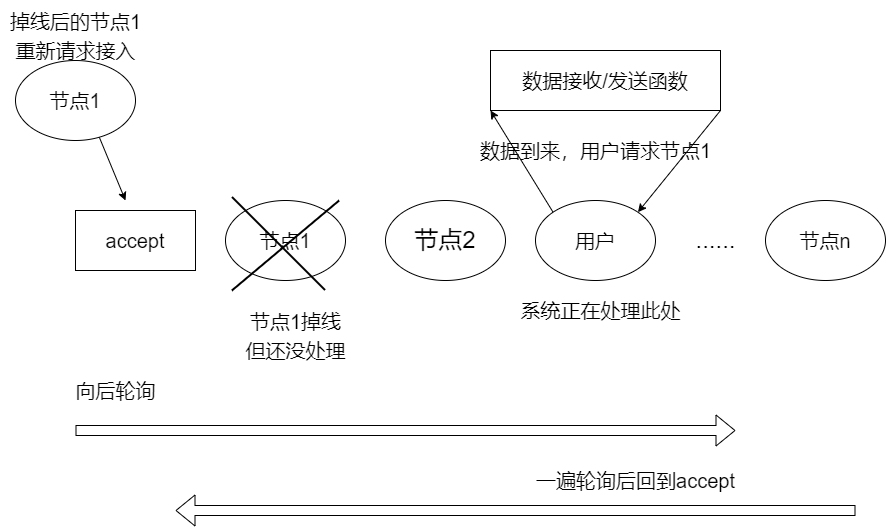


图11 单进程服务器实现常见问题示意图

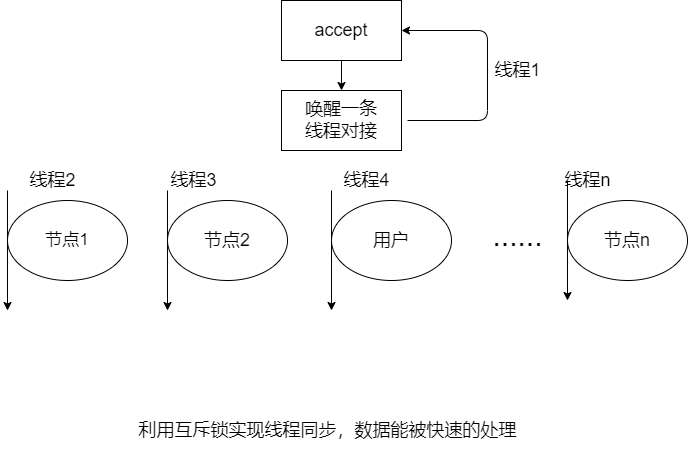
如上图，假如系统正在处理用户请求信息时，节点1网络波动，掉线重连，服务器因为轮询顺序，无法处理节点1的掉线情况。且轮询结束后，首先处理的是accept的节点1重新入网后的接入请求，整个列表中，就会出现同一时刻出现两个节点1的情况，读写节点1的对等套接字将变成危险行为，会降低服务器稳定性。

单进程轮询方式是可以实现的，但是轮询的速度受限于购买的服务器的性能与接入节点的数量，并且单进程程序最大的缺点就是不利于后期的代码维护。以上问题，自然能够通过购买一个性能超强服务器，或者逻辑严密的软件设计解决，但考虑到价格和时间因素，单进程轮询并不是最好的选择。

方案二、多线程方式

该方式的工作过程为，当程序在阿里云服务器上运行后，将申请系统资源并建立TCP服务器，使用accept函数等待来自用户，或者节点的链接。此方案中，accept函数设置为堵塞状态，当处理一个IP接入后，将会唤醒一个线程，去和节点对接，主进程继续堵塞等待，其他IP接入，不同的节点由不同的线程进行读写，线程之间通过互斥锁实现对公共资源访问的同步互斥，对接数据互不干扰，响应及时。

多线程的实现可以利用Linux-pthread库，虽然开销相比单进程更大，但胜在响应速度更快，稳定性更高 ，且只需要设计单个线程的响应函数就能批量应用，代码维护简单。并且，购买带操作系统的阿里云服务器，使用多线程是最大化利用该系统资源的选择之一。



图表12 多线程实现

**四、主要参考文献目录**

[1]朱秋珍,李杨瑞,刘晓燕.广西发展农作物间套种技术的意义与建议[J].现代农业科技,2012,No.567(01):119-120+123.

[2]蓝浩宇,苏瑞雄.广西气候变化对农作物种植影响的研究进展[J].大众科技,2021,23(10):121-124.

[3]徐维.重庆市小拱棚草莓优质高效栽培技术[J].乡村科技,2022,13(01):78-80.

[4]罕佐热姆·艾海提,萨艾提柯孜·达伍提.小拱棚番茄早熟栽培技术[J].农家参谋,2019,No.628(16):74.

[5]莫周美,唐君海,唐利球等.小拱棚防治甘蔗组培苗移栽感染宿根矮化病试验报告[J].中国热带农业,2013,No.51(02):63-65.

[6]贺佩.基于STM32单片机的温度控制系统设计[J].电脑知识与技术,2022,18(08):98-99.

[7]许朋,孙通,冯国坤,饶洪辉,刘木华.基于STM32的智能温室无线监控系统设计[J].农机化研究,2015,37(03):87-90.

[8]杨敏.基于Zigbee的草莓栽培温室大棚系统设计[J].电子世界,2016,No.492(06):54-55.

[9]徐镇华,马殷元.基于CAN总线和GPRS的温室大棚监控系统设计[J].测控技术,2018,37(01):78-81+86.

[10]潘澳,周丽丽,何源长等.基于STM32的温室大棚控制系统设计[J].南方农机,2020,51(24):96-97.

[11]范开裕,房旭,徐哲.基于Arduino的温室大棚与混合养殖监控系统的研究[J].通信与信息技术,2022,No.257(03):23-24+29-30.

[12]范闯,赵安琪,昝玉呈,张雨.基于物联网的温室大棚环境监控系统[J].科技创新与应用,2022,12(20):29-32.

[13]焦玉全,顾诚甦,朱燕祥.基于物联网的温室智能监控系统设计[J].电子测试,2022,36(20):5-8.

[14] Neda Fatima and Salman Ahmad Siddiqui and Anwar Ahmad. IoT-based Smart Greenhouse with Disease Prediction using Deep Learning[J]. International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), 2021, 12(7):113-115.

[15] Yajie Liu. Smart Greenhouse Monitoring and Controlling based on NodeMCU[J]. International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), 2022, 13(9):597-599.

**五、毕业设计（论文）工作进度计划**

|  |  |
| --- | --- |
| **时间阶段** | **工作计划** |
| 2022.12.01-2022.12.31 | 查阅资料，完成外文文献翻译；硬件选型，确定小拱棚环境监控系统的总体设计方案； |
| 2023.01.01-2023.02.28 | 小拱棚模型结构设计与搭建； |
| 2023.03.01-2023.03.20 | 硬件购买与单独调试； |
| 2023.03.21-2023.04.10 | 系统软件编程设计与调试； |
| 2023.04.11-2023.04.30 | 系统整体搭建并进行硬件与软件联合调试； |
| 2023.05.01-2023.05.25 | 完成毕业论文、准备答辩。 |

**六、指导教师审查意见**

指导教师签字：

年 月 日